

Docket No.: 53643-015

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Mikio MUROZONO, et al.

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: July 18, 2003

Examiner:

For: PHOTOVOLTAIC DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2002-216649, filed July 25, 2002,
Japanese Patent Application No. 2002-254454, filed August 30, 2002,
and
Japanese Patent Application No. 2002-304225, filed October 18, 2002,**

cited in the Declaration of the present application. Certified copies are submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:km
Facsimile: (202) 756-8087
Date: July 18, 2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

53643-015

Mikio Nurozono, et al.

July 18, 2003

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 7月25日

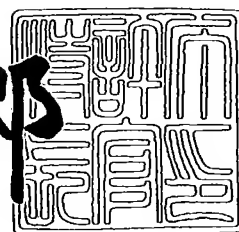
出願番号
Application Number: 特願2002-216649
[ST. 10/C]: [JP2002-216649]

出願人
Applicant(s): 株式会社クリーンベンチャー二十一

2003年 7月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 IPOCV21204

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/04

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府枚方市東香里1丁目20-10

【氏名】 室園 幹夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府枚方市西牧野3丁目1-27

【氏名】 廣嶋 義光

【発明者】

【住所又は居所】 京都市上京区樅木町通智恵光院西入中務町486

【氏名】 大前 智史

【特許出願人】

【住所又は居所】 大阪府枚方市東香里1丁目20番10号

【氏名又は名称】 株式会社 クリーンベンチャー二十一

【代理人】

【識別番号】 100072431

【弁理士】

【氏名又は名称】 石井 和郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100117972

【弁理士】

【氏名又は名称】 河崎 眞一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 066936

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光電変換装置とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (1) 球状の第 1 半導体およびその表面を被覆する第 2 半導体層からなり、第 2 半導体層が第 1 半導体の一部を露出させる開口部を有する複数のほぼ球状の光電変換素子を用意する工程、(2) 前記光電変換素子の第 1 半導体の露出部に第 1 内部電極を形成する工程、(3) 前記光電変換素子の第 2 半導体層の前記開口部に近い外周部に第 2 内部電極を形成する工程、(4) 前記光電変換素子とその内部に配置するための複数の凹部を隣接して設けるとともに前記凹部の底部に接続孔を設けた支持体であって、前記接続孔を有する電気絶縁体層、および前記接続孔とその周縁部を除く領域の前記凹部内に形成された第 2 導電体層からなる支持体を用意する工程、(5) 前記支持体の凹部内に、前記光電変換素子の第 2 半導体層の開口部および第 1 半導体の露出部の周縁部が前記電気絶縁体層の接続孔の周縁部に接するように配置する工程、(6) 前記光電変換素子の第 2 内部電極を前記支持体の第 2 導電体層に電氣的に接続する工程、および(7) 前記支持体の背面に配した第 1 導電体層と前記光電変換素子の第 1 内部電極を前記接続孔を通して電氣的に接続する工程を有することを特徴とする光電変換装置の製造方法。

【請求項 2】 前記第 2 内部電極を第 2 導電体層に電氣的に接続する工程(6)、および前記第 1 導電体層と第 1 内部電極を電氣的に接続する工程(7)の少なくとも一方の工程が、内部電極と導電体層とを半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程である請求項 1 に記載の光電変換装置の製造方法。

【請求項 3】 前記半田が半田ボールである請求項 2 に記載の光電変換装置の製造方法。

【請求項 4】 前記工程(5)が、前記光電変換素子の第 2 半導体層の開口部および第 1 半導体の露出部の周縁部を、前記電気絶縁体層の接続孔の周縁部に接着または溶着する工程を含む請求項 1～3 のいずれかに記載の光電変換装置の製造方法。

【請求項 5】 前記電気絶縁体層の少なくとも接続孔の周縁部の表面が、熱

可塑性樹脂からなる請求項 4 に記載の光電変換装置の製造方法。

【請求項 6】 前記電気絶縁体層の少なくとも接続孔の周縁部の表面が、ホットメルト接着剤または粘着剤で被覆されている請求項 4 に記載の光電変換装置の製造方法。

【請求項 7】 前記支持体の凹部に配置される光電変換素子の第 2 内部電極と前記凹部の内面の第 2 導電体層との間に半田または導電性ペーストを介在させ、さらに前記光電変換素子の第 1 内部電極と前記支持体の背面に配した第 1 導電体層とが前記凹部の接続孔内に形成する空間内に半田または導電性ペーストを介在させた状態で、前記光電変換素子を加熱しながら押圧することにより、前記第 2 内部電極を第 2 導電体層に半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程、前記第 1 導電体層と第 1 内部電極を半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程、および前記光電変換素子の第 2 半導体層の開口部および第 1 半導体の露出部の周縁部を前記電気絶縁体層の接続孔の周縁部に接着または溶着する工程を同時に行う請求項 4 ～ 6 のいずれかに記載の光電変換装置の製造方法。

【請求項 8】 球状の第 1 半導体およびその表面を被覆する第 2 半導体層からなり、第 2 半導体層が第 1 半導体の一部を露出させる開口部を有し、前記第 1 半導体の露出部に第 1 内部電極を形成し、前記第 2 半導体層の開口部に近い外周部に第 2 内部電極を形成した複数のほぼ球状の光電変換素子、ならびに、前記光電変換素子とその内部に配置するための複数の凹部を隣接して設けるとともに前記凹部の底部に接続孔を設けた支持体であって、前記接続孔を有する電気絶縁体層、および前記接続孔とその周縁部を除く領域の前記凹部内に形成された第 2 導電体層からなる支持体、ならびに、前記支持体の背面に配した第 1 導電体層を備えた光電変換装置であって、前記第 2 半導体層の開口部および第 1 半導体の露出部の周縁部が前記接続孔の周縁部の電気絶縁体層に接するように前記光電変換素子が前記凹部内に配置され、前記第 2 内部電極と第 2 導電体層が半田または導電性ペーストにより電氣的および機械的に接続され、前記第 1 内部電極と第 1 導電体層が前記接続孔を通して半田または導電性ペーストにより電氣的および機械的に接続されていることを特徴とする光電変換装置。

【請求項 9】 前記電気絶縁体層の接続孔の周縁部の表面が、前記第 1 半導体の露出部の周縁部および前記第 2 半導体層の開口部の形状に沿った形状を有する請求項 8 に記載の光電変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ほぼ球状の光電変換素子を用いた光電変換装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来からの代表的な光電変換装置として、結晶シリコン半導体ウエハから成る光電変換素子を含む結晶シリコン太陽電池がある。この太陽電池では、単結晶バルクを製造するための工程、ならびに単結晶バルクからカッティング、スライシングおよびポリッシングなどの半導体ウエハを製造するまでの工程が繁雑であるためコストが高くなる。さらにカッティング、スライシングおよびポリッシングなどの工程で生じる結晶の切削屑が多く、原料の約 50% 以上が無駄になる。

【0003】

この問題を解決するため、アモルファスシリコン（以下、a-Si で表す）薄膜から成る半導体層を用いた a-Si 太陽電池が開発されている。この太陽電池は、プラズマ化学気相成長法によって光電変換層を薄膜状で形成するので、前記のカッティング、スライシングおよびポリッシングなどの工程が不要であり、堆積した膜の全てを素子の活性層として用いることができる。その反面、a-Si 太陽電池にはアモルファス構造に起因して半導体内部に多数の結晶欠陥が存在するため、光照射時に性能劣化が発生し、光電変換効率が低下するという問題がある。この問題を解決するために、水素化処理によって不活性化する技術などが検討されているが、こうした処理によっても、結晶欠陥による弊害を無くすことが不可能である。そのため、a-Si 太陽電池では、数年間の使用で光電変換効率が 15～25% 程度劣化するという欠点があり、実用性に問題がある。

【0004】

このような問題を解決するため、球状の p 形半導体に n 形半導体層を被覆した球状光電変換素子（以下、球状素子で表す）を用いた球状太陽電池が検討されている。例えば特公平 7-54855 号公報には、穴のあいた偏平なアルミニウム（Al）箔にシリコン（Si）の球状素子を埋込み、その Al 箔の裏面から、n 形半導体層をエッチングして内部の p 形半導体を露出させ、この露出した p 形半導体を、もう 1 つの Al 箔に接続して構成したソーラ・アレーが開示されている。この提案は、高純度の Si の使用量を軽減して原価を低減しようとするものであるが、それを実現するためには、球状素子の外径を小さくして光電変換部全体の平均厚みを薄くする必要がある、通常、直径 1 mm 前後の球状素子が用いられる。

【0005】

この球状太陽電池は、反射光を活用する方式ではないので、モジュールの受光面当たりの変換効率を向上させるためには、球状素子を相互に近接して配置する必要がある。その結果、上記の球状太陽電池では、球状素子と Al 箔との接続作業工程が繁雑になり、しかも球状素子一個当たりの出力が少ないので極めて多数の球状素子が必要となり、原価を低減させる効果が少ない。

【0006】

さらに、例えば WO 98/15983 では、光起電力発生部を表面に組み込んだ球状結晶の中心を挟んで一対の電極が形成された球状素子を直列に接続した光電変換装置が提案されている。また、例えば特開 2001-339086 号公報では、側壁が反射面を構成する溝の内部に、複数の球状素子を固着させた太陽電池が提案されている。これらの光電変換装置は、反射光を活用しないか、多数配列された球状素子のブロック全体に反射光を照射する構造なので、前記特公平 7-54855 号公報の場合と同様に、モジュールの受光面当たりの変換効率を向上させるためには、多数の小径の球状素子を密に敷き詰めた構成にする必要があり、原価を低減させる効果が少ない。

【0007】

さらに、支持体に多数の凹部を設け、各凹部に単体の球状素子を収容する方式の太陽電池が提案されている。この太陽電池には、例えば特開平 11-0318

37号公報および特開2002-164554号公報などで開示されているように、前記凹部内面を反射鏡として作用させ、集光率を高めることで球状素子一個当りの出力を高め、Siの消費量低減を図るものがある。この太陽電池はマイクロ集光型あるいは低集光型の球状太陽電池と呼ばれている。

【0008】

この球状太陽電池の一例として特開平11-031837号公報で開示されたものを図17に示す。第1導電体層100、電気絶縁体層101および第2導電体層102からなる三層一体の支持体103に凹部104が形成され、各凹部104内に球状素子105が配置されている。球状素子105の表面層の第2半導体層106の一部はエッチングにより除去され、中心部の球状の第1半導体107の一部に露出部108が形成されている。第1半導体の露出部108が第1導電体層100と機械的に接触し、第2半導体層106が第2導電体層102の開口部の端面あるいはその近辺と機械的に接触している。そして、上記の機械的接触により、第1半導体107と第1導電体層100、および第2半導体層106と第2導電体層102をそれぞれ電氣的に接続させようとするものである。

【0009】

この提案では、球状素子を各凹部に収容した支持体に弾性体を重ね合わせて球状素子を押圧することで、第2半導体層の外周部を第2導電体層の開口部に嵌め込み第1半導体の露出部分を第1導電体層と接触させる。さらに、この加圧状態のまま、約150℃で1時間上部より加熱し、さらに、200～300℃で30分～1時間、無酸素雰囲気中にて焼結処理が行われる。これらの加圧および加熱処理により、Al箔製の第1および第2導電体層をそれぞれ、第1および第2半導体に電氣的接続ができるので、導電性ペーストなどを介さずに接合部の低抵抗化が実現できるとされている。しかし、実際には、上記のように導電体層と半導体を直接的に接触させたのみの状態、あるいはこれに上記の温度範囲で加熱処理を施したのみでは、接触抵抗が大きく、そのバラツキも大きい。このことは、太陽電池の変換効率を向上させる上で大きな妨げになる。

【0010】

例えば特公平7-54855号公報には、Al製の導電体層とSiの半導体と

を直接的に接触させた状態で良好な電氣的接続を得るために、500～577℃で熱処理を行い接合部にAlとSiの合金層を形成する方法が提案されている。しかし、上記の高温での熱処理に耐える電氣絶縁体層の樹脂材料の選択が困難なため、樹脂製の電氣絶縁体層を有する支持体の凹部内に球状素子を配置する工程を有する太陽電池の製造工程には上記熱処理を適用することができない。

【0011】

また、球状太陽電池では、極めて多数の球状素子を全て、支持体の個々の凹部の所定位置に固定された状態で配置することが非常に重要な課題である。さもないと、球状素子を所定位置に配置した後の、第1半導体と第1導電体層および第2半導体層と第2導電体層をそれぞれ電氣的に接続する工程およびその後の光電変換装置を完成させるまでの各工程を通じて、球状素子の位置ずれの発生を避けることはできない。

【0012】

この問題を解決するため、前記のように、球状素子の底部を支持体凹部の第2導電体層の開口部に嵌め込み、さらにその状態で加熱する方法などが提案されているが、その固定効果は必ずしも十分とは言えない。そのため、工程中での第1半導体と第2半導体層との短絡、および半導体と導電体層との電氣的接続不良が多発する問題がある。さらに、球状素子が所定位置に固定されない状態で作製された光電変換装置では、取り扱い中や使用中の球状素子の位置ずれにより、短絡や電氣的接続不良が発生し易い。支持体の凹部内面が反射鏡を兼ねる場合には、所定位置からずれて球状素子が配置されると、反射光の集光効率が低下し、変換効率が低下する問題が発生する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、支持体に多数の凹部を設け各凹部内に単体の球状素子を収容する方式の球状太陽電池の上記問題点を解決しようとするものである。本発明は、球状素子の半導体と導電体層間を低抵抗で電氣的に接続し、さらに前記凹部内の所定位置に球状素子を確実に配置することにより、高性能かつ高品質の光電変換装置を提供することを目的とする。本発明は、そのような光電変換装置を効率的に製

造する方法を提供することも目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明の光電変換装置の製造方法は、(1) 球状の第1半導体およびその表面を被覆する第2半導体層からなり、第2半導体層が第1半導体の一部を露出させる開口部を有する複数のほぼ球状の光電変換素子を用意する工程、(2) 前記光電変換素子の第1半導体の露出部に第1内部電極を形成する工程、(3) 前記光電変換素子の第2半導体層の前記開口部に近い外周部に第2内部電極を形成する工程、(4) 前記光電変換素子とその内部に配置するための複数の凹部を隣接して設けるとともに前記凹部の底部に接続孔を設けた支持体であって、前記接続孔を有する電気絶縁体層、および前記接続孔とその周縁部を除く領域の前記凹部内に形成された第2導電体層からなる支持体を用意する工程、(5) 前記支持体の凹部内に、前記光電変換素子の第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部の周縁部が前記電気絶縁体層の接続孔の周縁部に接するように配置する工程、(6) 前記光電変換素子の第2内部電極を前記支持体の第2導電体層に電氣的に接続する工程、および(7) 前記支持体の背面に配した第1導電体層と前記光電変換素子の第1内部電極を前記接続孔を通して電氣的に接続する工程を有することを特徴とするものである。

【0015】

上記本発明の光電変換装置の製造方法において、前記第2内部電極を第2導電体層に電氣的に接続する工程(6)、および前記第1導電体層と第1内部電極を電氣的に接続する工程(7)の少なくとも一方の工程は、内部電極と導電体層とを半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程であることが好ましい。さらに、電気絶縁体層の少なくとも接続孔の周縁部の表面は、熱可塑性樹脂からなるか、または、ホットメルト接着剤あるいは粘着剤で被覆されていることが好ましい。

【0016】

上記本発明の光電変換装置の製造方法において、前記支持体の凹部に配置される光電変換素子の第2内部電極と前記凹部の内面の第2導電体層との間に半田ま

たは導電性ペーストを介在させ、さらに前記光電変換素子の第1内部電極と前記支持体の背面に配した第1導電体層とが前記凹部の接続孔内に形成する空間内に半田または導電性ペーストを介在させた状態で、前記光電変換素子を加熱しながら押圧することにより、前記第2内部電極を第2導電体層に半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程、前記第1導電体層と第1内部電極を半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程、および前記光電変換素子の第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部の周縁部を前記電気絶縁体層の接続孔の周縁部に接着または溶着する工程を同時に行うことが好ましい。

【0017】

本発明の光電変換装置は、球状の第1半導体およびその表面を被覆する第2半導体層からなり、第2半導体層が第1半導体の一部を露出させる開口部を有し、前記第1半導体の露出部に第1内部電極を形成し、前記第2半導体層の開口部に近い外周部に第2内部電極を形成した複数のほぼ球状の光電変換素子、ならびに、前記光電変換素子をその内部に配置するための複数の凹部を隣接して設けるとともに前記凹部の底部に接続孔を設けた支持体であって、前記接続孔を有する電気絶縁体層、および前記接続孔とその周縁部を除く領域の前記凹部内に形成された第2導電体層からなる支持体、ならびに、前記支持体の背面に配した第1導電体層を備えた光電変換装置であって、前記第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部の周縁部が前記接続孔の周縁部の電気絶縁体層に接するように前記光電変換素子が前記凹部内に配置され、前記第2内部電極と第2導電体層が半田または導電性ペーストにより電氣的および機械的に接続され、前記第1内部電極と第1導電体層が前記接続孔を通して半田または導電性ペーストにより電氣的および機械的に接続されていることを特徴とするものである。電気絶縁体層の接続孔の周縁部の表面は、第1半導体の露出部の周縁部および第2半導体層の開口部の形状に沿った形状を有することが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明の光電変換装置の製造方法は、前記の球状太陽電池における球状素子の第1半導体と第1導電体層および第2半導体層と第2導電体層との接続部の電気

抵抗値とそのバラツキが大きいという問題を解決し、さらには球状素子が支持体の所定位置に十分に固定された状態で配置されないという問題を解決したものである。本発明の製造方法は、上記電氣的接続部の抵抗値とそのバラツキを低減するため、第1半導体側および第2半導体層側のそれぞれに、予め内部電極を設けた球状素子を用意することを不可欠な要件とするものである。

【0019】

前述のように、Siなどの球状素子の半導体をAlなどからなる導電体層と電氣的に接続する方法として、第2導電体層の開口部に球状素子を加圧して嵌め込み、その加圧下で200～300℃で加熱処理する方法が提案されている。さらに、両者を接触させた状態で500～577℃という高温下で熱処理することで接続部に合金層を形成し、電気抵抗を低減させる方法が提案されている。

【0020】

しかし、本発明による製造方法では、電気絶縁体層と予め一体化された第2導電体層に第2半導体層を電氣的に接続し、さらに電気絶縁体層に設けた接続孔を通して第1半導体を第1導電体層に電氣的に接続する方式を採用している。したがって、前記のような500～577℃という高温下で熱処理する場合には、樹脂製の電気絶縁体層の多くは、軟化、熔融、あるいは分解する。また、200～300℃という低い温度での熱処理では、前記接触部の低抵抗化に関する効果は不十分である。このようなことから、本発明では上記のような熱処理工程を採用することはできない。

【0021】

半導体層と導電体層との間の接続部の電気抵抗を低減させる他の方法として、半導体層上に導電性ペーストを塗布し、550～750℃という高温下で熱処理するなどの方法により、半導体層上に導電層（内部電極）を形成する方法がある。この内部電極は、下地の半導体層との接触抵抗が極めて小さく、しかも、導電体層との接触抵抗も小さいので、内部電極と導電体層との直接接触によっても、比較的低抵抗で電氣的接続が可能である。しかし、このような高温での熱処理工程は、上記の事由から、球状素子を支持体に配置した後に実施することはできない。

【0022】

本発明の製造方法において、予め第1半導体および第2の半導体層にそれぞれ内部電極を形成した球状素子を支持体の凹部内に配置することにより、半導体層と導電体層間を低い抵抗で電氣的に接続することができる。その結果、前記熱処理時の高温下で電気絶縁体層を曝すことを回避することができる。本発明によれば、半導体層上に形成した内部電極と導電体層とを常温で機械的に接触させるのみでも、両者間の接触抵抗は大幅に低減され、半導体層と導電体層との良好な電氣的接続が可能となる。

【0023】

上記接続部の電気抵抗をさらに低減し、より信頼性高く、電氣的接続を行うためには、各内部電極と対応する導電体層とを半田や導電性ペーストなどの導電性材料で結合させることが好ましい。この場合の電気絶縁体層は、半田付けの際の温度（100～250℃程度）、あるいは導電性ペーストの硬化温度（常温～200℃程度）に耐えれば良いので、その材料の選択が容易である。ちなみに、内部電極を形成せず、直接に半導体層と導電体層とを半田や導電性ペーストなどで結合させようとしても結合力が弱く、しかも、両者間の接続部の電気抵抗を低減させる効果は殆どない。

【0024】

第2半導体層の開口部と第1半導体の露出部が電気絶縁体層の接続孔の周縁部と当接するように球状素子を支持体の凹部内に配置する際に、支持体凹部の底部の第2導電体層の開口部に第2半導体層の開口部よりやや上部の第2半導体層を嵌着させることで、球状素子を固定する効果はある程度得られる。しかしながら、その効果は必ずしも十分とは言えない。本発明によれば、前記の当接部分において、両者を接着または溶着などの方法で結合させることにより、一層強固に球状素子を支持体に固定することができる。さらに、上記のように半導体層と導電体層とを半田や導電性ペーストなどで電氣的に接続することにより、両者が機械的に結合されるので、球状素子をさらに強固に支持体凹部内の所定位置に固定することができる。

以下、本発明の光電変換装置の製造方法の各工程についての実施の形態を詳細

に説明する。

【0025】

1) 工程 (1)

まず、球状素子の基体となる球状の第1半導体として、例えば、極微量のホウ素を含むp型多結晶Siの粒子を真空中で熔融するまで加熱しつつ落下させることにより、球状化された結晶性の良好な多結晶または単結晶のp型半導体を作製する。この球状の第1半導体は、熔融させたp型多結晶半導体Siを細いノズル孔から滴下させながら細粒化し、冷却して球状化する方法によっても製造することができる。ついで、例えば、オキシ塩化リンを拡散源として800～900℃の温度下で10～30分間熱処理することにより、上記の第1半導体の表面にリンを拡散させ、厚さ0.5～1.0程度のn型半導体層を第2半導体層として形成する。第2半導体層を形成する他の方法としては、フォスフィンを含むシランなどの混合ガスを用いたCVD法により、n型多結晶シリコン層からなるの薄いn型半導体層を形成することができる。

【0026】

上記のように、球状の第1半導体に第2半導体層の外皮を形成後、この球状素子の第2半導体層に開口部を形成して、第1半導体の一部を露出させる。開口部を形成する方法としては、例えば球状素子の一部をグラインディングなどにより研削して除去する方法を採ることができる。図1および図2はこの方法で加工した球状素子を図示したもので、図1にその縦断面図、図2にその底面図をそれぞれ示す。球状の第1半導体1の表面が第2半導体層2で被覆された球状素子の一部が切除され、円形の平滑な切断面の外周部に第2半導体層2の開口部3が形成され、その開口部3の内側に第1半導体層1の円形の露出部4が形成されている。

【0027】

開口部を形成する他の方法として、球状素子の表面の一部を残してパラフィンなどで被覆してマスキングし、エッチング処理により、マスキングされていない部分の第2半導体層を除去する方法を採ることができる。図3はこの方法で加工した球状素子の縦断面図である。第1半導体1の表面を被覆する第2半導体層2

の一部がエッチングにより除去され、第2半導体層の開口部13の内側に第1半導体1の露出部14が形成されている。第2半導体層の厚さは非常に薄いため、加工後の球状素子の外形は、加工前と殆ど変わらない。また、第1半導体の露出部14の表面は球状の第1半導体1とほぼ同じ曲面を有する形状となっている。

【0028】

第1半導体は、真球であることが好ましいが、ほぼ球状であればよい。本発明の他の実施形態では、球状の第1半導体は、芯体の外周面に第1半導体層が被覆されたものであってもよく、ほぼ球状の第1半導体の中心付近が空洞であってもよい。球状素子の直径は、0.5～2mmであっても良く、好ましくは0.8～1.2mmである。これによって高純度Siなどの高価な材料の使用量が十分に少なく、発生電力が大きく、しかも取り扱いが容易な球状素子が得られる。例えば図1に示すように、球状素子の中心点から開口部の外周部を結んだ角度（中心角： θ ）は、45～90°、さらに好ましくは60～90°である。これにより、切削されて廃棄される材料の量を十分に低減した上で、第1半導体と第1導電体層との電氣的接続のために必要な適切な開口部の面積を得ることができる。

【0029】

なお、上記の実施の形態では、第1半導体がp型半導体であり、第2半導体層がn型半導体層である球状素子を例示したが、本発明における球状素子は、第1半導体がn型半導体であり、第2半導体層がp型半導体層であっても良い。上記の実施の形態では結晶Si半導体からなる球状素子を例示したが、化合物半導体その他の材料からなってもよく、単結晶、多結晶以外に、アモルファス材料からなってもよい。また、第1半導体と第2半導体層の界面にノンドープ層を形成したpin形構造のもの他に、MIS (metal-insulator-semiconductor) 形、ショットキーバリア形、ホモ接合形、ヘテロ接合形およびその他の構成を有していてもよい。

【0030】

以上により、球状の第1半導体およびその表面を被覆する第2半導体層からなり、第2半導体層が第1半導体の一部を露出させる開口部を有する複数のほぼ球状の光電変換素子を用意することができる。

【0031】

2) 工程 (2)

工程 (1) で用意された球状素子の第 1 半導体の露出面に、導電性ペーストを例えば、ディスペンサーにより塗布し、550～750℃の温度で熱処理することにより、第 1 内部電極を形成する。導電性ペーストとしては、ガラスフリットと導電材を有機溶剤などに分散させたペーストを用いることができる。導電材としては、第 1 半導体が p 型半導体である場合には銀とアルミニウムの微粉末の混合物を用い、第 1 半導体が n 型半導体である場合には燐と銀の微粉末の混合物を用いるのが好ましい。上記の熱処理により、導電性ペーストが塗布された第 1 半導体面に導電性ペースト中の導電材と第 1 半導体との合金層が形成され、溶融したガラスフリットがバインダーとなって第 1 内部電極が形成される。この合金層の作用により第 1 半導体との接合部の電気抵抗が小さい第 1 内部電極が形成される。第 1 内部電極の形状は特に限定せず、円形、楕円形、多角形、あるいは点の集合など様々な形状を採ることができる。

【0032】

以上により、球状素子の第 1 半導体の露出部に第 1 内部電極を形成することができる。なお、この工程 (2) は、後記の第 2 内部電極を形成する工程 (3) との実施順序は問わず、場合によっては、合金層形成のための熱処理工程を同時に実施しても良い。

【0033】

3) 工程 (3)

工程 (1) で用意した球状素子あるいは工程 (2) で第 1 内部電極を形成した球状素子に第 2 内部電極を形成する。用意した球状素子の第 2 半導体層の開口部に近い外周部に、導電性ペーストを例えばディスペンサーにより塗布し、550～750℃の温度で熱処理することにより、第 2 内部電極を形成する。導電性ペーストとしては、ガラスフリットと銀の微粉末を有機溶剤などに分散させたペーストを用いることが好ましい。上記の熱処理により、導電性ペーストが塗布された第 2 半導体面に導電性ペースト中の銀と第 2 半導体層との合金層が形成され、溶融したガラスフリットがバインダーとなって第 2 内部電極が形成される。この

合金層の作用により第2半導体層と低抵抗で電気接続された第2内部電極が形成される。第2内部電極の形状は特に限定せず、第2半導体層の外周部に点在させるか、帯状、円形、楕円形、多角形など様々な形状を採ることができる。

【0034】

以上により、球状素子の第2半導体層の開口部に近い外周部に第2内部電極を形成することができる。なお、前記のようにこの工程(3)は、第1内部電極を形成する工程(2)との実施順序は問わず、場合によっては熱処理工程を同時に実施しても良い。

【0035】

図4～7は、工程(2)および(3)によって第1および第2内部電極を形成した代表的な球状素子を示す図である。図4は、図1のように加工した球状素子の第1半導体1の露出部4に、円形の第1内部電極6を形成し、第2半導体層2の外周部に帯状の第2内部電極5を形成した球状素子の縦断面図であり、図5はその底面図である。図6は、図1の球状素子に四角形の第1内部電極16を形成し、複数の楕円状の第2内部電極15を形成した球状素子の縦断面図であり、図7はその底面図である。

【0036】

4) 工程(4)

図8および図9に本工程で用意する支持体の代表例として、第2導電体層と電気絶縁体層からなり、複数の凹部が形成された支持体を示す。図8はその部分的な平面図であり、図9はその縦断面図である。凹部26は蜂の巣状に形成され、その開口端は多角形である。各開口端は相互に隣接して連続し、凹部26は底になるにつれて先細状に形成されている。

【0037】

電気絶縁体層28には円形の接続孔29が形成され、その周縁部27には電気絶縁体層が露出している。電気絶縁体層28の接続孔29の周縁部を除いた領域の凹部26内には第2導電体層25が形成されている。後の工程(5)において、接続孔29の周縁部27の電気絶縁体層28露出部に、第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部が当接するように球状素子が凹部に配置される。第2

導電体層 2 5 の内面 1 8 は、球状素子の外周部の第 2 半導体層と電氣的に導通する外部電極として機能する。さらに、第 2 導電体層 2 5 の内面 1 8 は反射性を付与させることにより、反射鏡として機能して太陽電池の光電変換効率を大幅に向上させることができる。反射性を付与するためは、第 2 導電体層の内面を微細研磨などの方法で鏡面化すればよい。

【 0 0 3 8 】

図 9 では、切削加工などで A 1 やステンレス鋼の厚板に複数の凹部を形成した第 2 導電体層に、ポリカーボネイトなどの樹脂シートを貼り合わせた支持体を例示したが、これ以外に、様々な形態の支持体を構成できる。これらの支持体のいくつかを図 1 0 に例示する。図 1 0 (1) の支持体は、予め接続孔 3 9 を形成した多数の凹部 3 6 を有する樹脂製の電気絶縁体層 3 8 を成型し、接続孔 3 9 とその周縁部 3 7 を残して、真空蒸着などで A 1 などの金属薄膜からなる第 2 導電体層 3 5 を形成したものである。上記の金属薄膜の代わりに、第 2 導電体層として、予め接続孔よりやや大きい開口部を形成した A 1 箔などの金属箔を熱圧着などで凹部内面に張り合わせても、同様の構造の支持体を構成できる。真空蒸着などによる金属薄膜あるいは、鏡面加工した金属箔を第 2 導電体層として用いれば、支持体凹部の内面を反射鏡として機能させることができる。

【 0 0 3 9 】

図 1 0 (2) の支持体は、予め接続孔 4 9 よりやや大きい多数の穴を形成した第 2 導電体層 4 5 となる A 1 箔と、予め接続孔 4 9 となる多数の穴を形成した電気絶縁体層 4 8 となる樹脂シートとを、位置合わせして熱圧着などで結合し、接続孔 4 9 の周縁部 4 7 の電気絶縁層が露出させたシートを作製し、これをプレス加工して多数の凹部 4 6 を形成したものである。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 (3) の支持体は、図 9 の支持体の一部を変更し、接続孔 2 9 の周縁部 3 1 の電気絶縁体層 2 8 の表面を球状素子の第 1 半導体の露出部および第 2 半導体層の開口部の形状に沿った形状にしたものである。この支持体は、図 3 のような第 1 半導体の露出部が曲面を有する球状素子を用いる場合に適合させるように、接続孔 2 9 の周縁部 3 1 の電気絶縁体層の表面形状を設計したものである。

このように、接続孔の周縁部の電気絶縁層の表面を、球状素子の第1半導体の露出部の周縁部および第2半導体層の開口部の形状に沿った形状にすることにより、後の工程(4)で、支持体の凹部内の所定位置に球状素子を配置させ易くなる。

【0041】

以上のようにして、球状素子をその内部に配置するための複数の凹部を隣接して設けるとともにその凹部の底部に接続孔を設けた支持体であって、接続孔を有する電気絶縁体層、および接続孔とその周縁部を除く領域の凹部に形成された第2導電体層からなる支持体を用意することができる。

【0042】

5) 工程(5)

本工程(5)では、工程(1)～(3)により作製された球状素子を、工程(4)で用意された支持体の凹部の所定の位置に配置する。まず、図9に示した支持体に、図4に示した球状素子を配置した状態を図11に示す。第2半導体層2の開口部3に近い外周部が、第2導電体層25の開口部に嵌まり込み、第2半導体層の開口部3とその内側の第1半導体の露出部4が、接続孔29の周縁部27の電気絶縁体層に当接するように、球状素子を支持体の凹部26の底部に押し込む。

【0043】

これにより、球状素子は、第1半導体の露出部4と第2半導体層2が電気絶縁体層28によって確実に絶縁された状態で支持体の凹部26に配置される。もし、上記の所定位置に球状素子が配置されず、第2半導体層の開口部とその内側の第1半導体層露出部に跨る部分が、第2導電体層の開口部の端面あるいはその近辺の第2導電体層の表面に触れた状態で球状素子が配置されたり、位置ずれを起こすと、第2導電体層を介して第1半導体と第2半導体層とが短絡する。

【0044】

また、球状素子の外周部を第2導電体層の開口部に嵌まり込ませることで、第2導電体層25の開口部の端面もしくは端面付近の部分が、第2半導体層の開口部3に近い外周部に帯状に形成された第2内部電極5と接触する。第2導電体層

と第2内部電極との接触抵抗は十分に小さいので、図11のように球状素子を支持体凹部に配置すれば、両者を電氣的に接続できるので本工程(5)と後記の工程(6)を同時に行うことができる。

【0045】

球状素子を支持体の凹部内に配置して固定するためには、球状素子の第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部の周縁部を接続孔の周縁部の電気絶縁体層に接着または溶着することが好ましい。図12には、図11と同じ支持体と球状素子を用い、支持体の凹部26内に球状素子を配置し、接着剤30で所定位置に固定した状態を示す。この場合、接続孔29の周縁部の電気絶縁体層28の表面に溶剤タイプの接着剤あるいはエポキシ系などの熱硬化性接着剤30を塗布した後、球状素子を凹部26の所定位置に押し込んだ状態で加熱し、乾燥あるいは硬化させて接着を行う。

【0046】

支持体の凹部内に球状素子を配置して固定する他の好ましい方法は、熱可塑性樹脂からなる電気絶縁体層、または、少なくとも接続孔の周縁部の表面が熱可塑性樹脂あるいはホットメルト接着剤で被覆された電気絶縁体層を用いて支持体を構成する。そのような電気絶縁体層を用いた支持体の凹部の底部に、球状素子を加熱しながら押圧し、接続孔の周縁部の電気絶縁体層に球状素子の第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部を溶着する方法である。これにより短時間で球状素子を支持体の凹部の所定位置に強固に固定された状態で配置することができる。上記の被覆層を形成するためには、例えば、熱可塑性樹脂あるいはホットメルト接着剤の分散液をスプレーで吹き付けて乾燥する方法を採ることができる。また、前記のホットメルト接着剤で被覆する代わりに、粘着剤で被覆する方法を採ることもでき、この方法には、球状素子を支持体の凹部内に配置する作業が常温でできる利点がある。

【0047】

図13に熱可塑性樹脂製の電気絶縁体層を用いた支持体の凹部の所定位置に球状素子を溶着させる工程を模式的に示す。加熱された金属チューブ40内を減圧し、第2半導体層の開口部3を下にした状態で図4に示す球状素子を吸着させる

。球状素子を吸着させた金属チューブ40を、図9と同じ構造の支持体の凹部中央に運び、球状素子の第2半導体層2の開口部3および第1半導体1の露出部4を接続孔の周縁部27の電気絶縁体層28に当接させる。その状態を図13(1)に示す。

【0048】

次に、金属チューブ40を0.1mmほど押し込み、球状素子を押圧する。この際、球状素子は、加熱された金属チューブ40から伝熱して電気絶縁体層の溶融温度より若干高い温度に加熱されており、前記当接部の電気絶縁体層28が溶融し、球状素子の底部と溶着する。その状態を図13(2)に示す。図中、電気絶縁体層28の溶着部52を太線で示す。その後、金属チューブ40の減圧を解除して球状素子から静かに放して球状素子を放冷することにより溶着が完了する。より確実かつ迅速に溶着を完了させるため、前記の放冷の代わりに、例えば球状素子を配置した支持体を冷えた金属板で押さえて冷却してもよい。

【0049】

熱可塑性樹脂あるいはホットメルト接着剤で表面が被覆された電気絶縁体層を用いた場合も、上記の図13に準じた方法で球状素子を溶着することができる。また、粘着材で被覆した電気絶縁体層を用いた場合には、金属チューブを加熱することなく、上記の図13に準じた方法で球状素子を粘着させることができる。

【0050】

上記の電気絶縁体層あるいはその表面を被覆する材料としては、耐候性に優れた熱可塑性樹脂であることが望ましい。さらに、溶着し易く、100℃程度の使用環境温度では変形しない樹脂であることが好ましい。例えば、ポリカーボネイト、アクリル樹脂、アセタール樹脂、ポリアミド、ポリイミド、ポリアリルスルホン、ポリフェニレンサルファイド、および塩素化ポリエーテルなどを使用することができる。これらの樹脂を基材となる他の樹脂に被覆する場合には、上記の中でも比較的熱変形温度が低いポリアミド、アセタール樹脂、あるいはアクリル樹脂を用い、基材には、これより熱変形温度が高い樹脂を用いればよい。これらの電気絶縁体層は、通常、150～350℃の温度での熱溶着あるいは超音波溶着により、球状素子を溶着させることができる。

【0051】

電気絶縁体層を被覆するホットメルト接着剤としては、使用環境温度範囲では軟化せず、基材の樹脂材料よりも熱変形温度が低く、金属との接着性が良好なものが好ましく、例えば、エチレン-酢酸ビニル共重合体系、ポリアミド系、あるいはポリエステル系などのホットメルト接着剤を用いることができる。例えば、基材にポリイミドを用いた場合には、これより熱変形温度が低いポリアミド系接着剤を用いて150～250℃の温度で熱圧着することができる。

【0052】

粘着材に関しても、上記のホットメルト接着剤と同様の条件を満たすものが好ましく、例えば、天然ゴム、合成ゴム、アクリル系粘着材、あるいはシリコン系粘着材などを用いることができる。さらに、粘着材は電気絶縁体層の基材との粘着力が良好なものを選択することが好ましく、基材にポリイミドを用いた場合には、シリコン系粘着材を用いることが好ましい。

【0053】

以上のようにして、球状素子を、支持体の凹部内に、その第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部の周縁部が前記接続孔の周縁部の露出部に接するように配置することができる。

【0054】**6) 工程 (6)**

本工程 (6) では、支持体の凹部内に配置された球状素子の第2内部電極を、支持体の凹部内面の第2導電体層に電氣的に接続する。その方法として、例えば前記工程 (5) の図11で説明したように、球状素子を支持体の凹部内の所定位に配置する工程と同時に、球状素子の第2内部電極を第2導電体層の開口部の端面またはそれに近い部分に接触させることによって両者を電氣的に接続することもできる。

【0055】

さらに、第2内部電極と第2導電体層との接続部の電気抵抗を低減し、かつ信頼性を高めるためには、両者を半田あるいは導電性ペーストなどの導電性材料によって接続するのが有効である。これにより、両者の電氣的接続が確実に行われ

るとともに、球状素子が支持体の凹部内の所定位置に一層強固に固定される。例えば、予め第2内部電極に半田を付着させた球状素子を、工程（5）において図11に準じた状態に支持体の凹部内に配置しておき、本工程では例えば熱板でこの支持体を上部から押圧することにより球状素子を加熱して第2内部電極上の半田を熔融させる。これにより、図14に示すように、第2導電体層25と第2内部電極5が半田44により機械的・電氣的に接続される。この場合、半田は汎用の半田を広く用いることができる。その中でも、電気絶縁体層の耐熱性を考慮して、特に低融点半田を用いることが好ましい。

【0056】

半田の代わりに導電性ペーストを用いる場合には、予め第2内部電極に導電性ペーストを塗布し、塗布層が硬化するまでに支持体に球状素子を配置した後、この塗布層の導電性ペーストを常温で硬化させるか、約200℃以下に加熱して硬化させることにより、図14の半田付けの場合と同様に、第2導電体層と第2内部電極が導電性ペーストにより機械的・電氣的に接続される。導電性ペーストとしては、例えばエポキシ系などの熱硬化性樹脂に銀などの微粉末を導電材として分散させたものを用いることができる。

【0057】

第2導電体層と第2内部電極を機械的・電氣的に接続する他の方法として、例えば、図11のように支持体に配置された球状素子の第2内部電極と第2導電体層との隙間に、半田ボールの細粒を配し、この支持体を熱板で上部から押圧することにより球状素子を加熱して半田ボールを熔融させて半田付けする方法を採ることもできる。

【0058】

以上のようにして、球状素子の第2内部電極を支持体の第2導電体層に電氣的に接続することができる。さらに、半田または導電性ペーストなどの導電性材料で両者を接続することにより、球状素子を支持体凹部の所定の位置に強固に固定することができる。

【0059】

7) 工程（7）

本工程（７）では、支持体の凹部内に配置された球状素子の第１内部電極を接続孔を通して第１導電体層に電氣的に接続する。その方法を以下に例示する。まず、予め第１内部電極に半田を付着させた球状素子を工程（５）において図１１に準じた状態に配置しておく。次いで、この支持体を加熱された鉄板上に置かれたＡ１箔製の第１導電体層上に載置し、支持体をその上部から、鉄板で押し付けることによって第１導電体層と第１内部電極とを半田付けする。この場合、図１５に示すように、第１導電体層４５には接続孔２９と相対する位置の突起部５３を設け、この突起部５３と第１内部電極６を半田４１で接続することにより、両者を容易かつ確実に機械的・電氣的に接続することができる。これにより、両者の電氣的接続が確実に行われるとともに、球状素子が支持体の凹部内の所定位置に一層強固に固定される。半田は汎用の半田を広く用いることができる。その中でも、電気絶縁体層の耐熱性を考慮して、特に低融点半田が好ましい。

【００６０】

半田に代わり導電性ペーストを用いて両者を接続する場合には、予め第１内部電極に導電性ペーストを塗布し、塗布層が硬化するまでに支持体の凹部内に球状素子を配置し、この支持体を前記半田付けの場合と同様に押圧しながら加熱して導電性ペーストを硬化させることにより、図１５の半田付けの場合と同様に、第１導電体層の突起部と第１内部電極６を接続することができ、両者を容易かつ確実に機械的・電氣的に接続することができる。導電性ペーストとしては、例えばエポキシ系などの熱硬化性樹脂に銀などの微粉末を導電材として分散させたものを用いることができる。

【００６１】

第１導電体層と第１内部電極を機械的・電氣的に接続する他の方法として、加熱された台座上に第１導電体層を載せ、その上に支持体を位置合わせして載置し、支持体凹部の接続孔内の第１導電体層の突起部上に半田ボールを挿入した後、球状素子を支持体凹部内の所定位置に配置し、この支持体を上部から平板で押圧して半田ボールを熔融させて両者を半田付けする方法を採ることができる。以上に例示したように、本発明では、少なくとも球状素子と第１導電体層が電氣的・機械的に接続されておれば、支持体の電気絶縁体層と第１導電体層は必ずしも結

合されている必要はない。

【0062】

他の方法として、半田あるいは導電性ペーストを用いずに、直接に第1導電体層の突起部に第1内部電極を接触させて両者の電氣的接続を行わせることもできる。この場合には、電気絶縁体層と第1導電体層を溶着あるいは接着などにより結合させる方法を採用することが好ましい。

【0063】

このようにして、支持体の背面に配した第1導電体層と球状素子の第1内部電極とを接続孔を通して電氣的に接続することができる。さらに、半田または導電性ペーストなどの導電性材料で両者を接続することにより、球状素子を支持体凹部の所定の位置に強固に固定することができる。

本工程は、前記の工程(6)との実施順序を問わず、また、後述のように同時に行っても良い。

【0064】

本発明の光電変換装置の製造方法においては、複数の工程を同時に実施できる場合が多々ある。その中でも、以下に説明するような三つの工程を同時に実施する方法が最も合理的である。一つ目の工程は、工程(5)において、球状素子の第2半導体層の開口部および第1半導体の露出部の周縁部を、電気絶縁体層の接続孔の周縁部に溶着または接着する工程である。二つ目の工程は、工程(6)において、第2内部電極と第2導電体層を半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程である。三つ目の工程は、工程(7)において、第1内部電極と第1導電体層を半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程である。

【0065】

これら三つの工程を同時に実施する方法を図16に沿って具体的に説明する。まず、図4に示した球状素子の第1内部電極6および第2内部電極5にそれぞれ半田42および43を付着させた球状素子を用意する。一方、鉄製の台座50上に、A1箔製の第1導電体層45を載せ、その上に、熱可塑性樹脂製または熱可塑性樹脂もしくはホットメルト接着剤で接続孔の周縁部を被覆した電気絶縁体層28を用いた図9の構造の支持体を載せる。この際、第1導電体層45に形成さ

れた突起部 53 が、支持体の凹部 26 の接続孔 29 に填まり込むように位置あわせする。

【0066】

次いで、図 14 と同様の加熱された金属チューブ 40 に上記の球状素子を吸着させたまま、球状素子の底部の第 1 内部電極 6 およびその上に付着させた半田 42 が、支持体の接続孔 29 に填まり込む位置に球状素子を運ぶ。その状態を図 16 (1) に示す。次いでその状態のままで、金属チューブ 40 を静かに約 0.1 mm 降下させて球状素子を凹部内に押し込み、静止させる。

【0067】

この時、金属チューブ 40 からの伝熱で球状素子は加熱されており、第 1 および第 2 内部電極 6 および 5 に付着させた半田 42 および 43 は熔融状態となる。

これにより、第 1 内部電極 6 が第 1 導電体層 45 の突起部 53 と半田付けされ、第 2 内部電極 5 が支持体凹部の底部の第 2 導電体層 25 と半田付けされる。同時に、電気絶縁体層 28 の接続孔 29 の周縁部には、球状素子の第 1 半導体 1 の露出部 4 の周縁部、第 2 半導体層 2 の開口部 3 およびその近傍の第 2 半導体層 2 が熱溶着される。その状態を図 16 (2) に示す。図中の太線部 51 は電気絶縁体層 28 の溶着部を示す。次いで、金属チューブ 40 の減圧状態を解除して静かに球状素子から離れた後、放冷することにより上記半田付けおよび溶着が完了する。以上のようにして、上記三つの工程を同時に実施することができる。

【0068】

上記の方法において、第 1 および第 2 内部電極に予め半田を付着させる代わりに、予め導電性ペーストをそれぞれの内部電極に塗布することによっても、上記三つの工程を同時に実施することができる。すなわち、塗布した導電性ペーストが硬化しないうちに、球状素子を図 16 (1) のように支持体凹部の所定位置に運び、これを図 16 (2) のように押し込んだ状態で硬化させることにより、第 1 内部電極と第 1 導電体層、および第 2 内部電極と第 2 導電体層を、それぞれ電氣的・機械的に接続することができる。これと同時に、電気絶縁体層の接続孔の周縁部に、球状素子の第 1 半導体の露出部の周縁部、第 2 半導体層の開口部およびその近傍の第 2 半導体層を熱溶着することができる。

【0069】

以上のように本発明の製造方法においては、支持体の凹部に配置される球状素子の第2内部電極と凹部内面の第2導電体層との間に半田または導電性ペーストを介在させ、さらに球状素子の第1内部電極と支持体の背面に配した第1導電体層とが接続孔内に形成する空間内に半田または導電性ペーストを介在させた状態で、球状素子を加熱しながら押圧することにより、第1内部電極と第1導電体層を半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程、第2内部電極と第2導電体層を半田または導電性ペーストにより電氣的に接続する工程、および球状素子の第1半導体層の開口部および第2半導体の露出部の周縁部を電気絶縁体層の接続孔の周縁部に接着または溶着する工程を同時に行うことが好ましい。

【0070】

本発明の光電変換装置は、上記の本発明の製造方法による光電変換装置の中でも、最も効率的に製造される高品質かつ高性能の光電変換装置であり、前記第2内部電極および第1内部電極が形成された球状素子が前記支持体の凹部内の所定の位置に配置され、かつ、第2内部電極と第2導電体層の間および第1内部電極と第1導電体層の間が、それぞれ半田または導電性ペーストにより電氣的および機械的に接続されていることを不可欠の要件とするものである。これによって、第1半導体と第1導電体層および第2半導体層と第2導電体層との極めて良好な電氣的接続が得られ、さらに、球状素子が支持体の凹部内の所定位置に強固に固定される。その結果、高変換効率を備えた高品質の球状太陽電池からなる光電変換装置を提供することができる。

【0071】

【発明の効果】

本発明により、球状素子の第1半導体と第1導電体層および第2半導体層と第2導電体層との良好な電氣的接続を高い信頼性で実現することができる。さらに支持体の凹部内の所定位置に球状素子を配置して確実に固定することができるので、高性能かつ高品質の光電変換装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態における第2半導体層の開口部を有する光電変換素子の縦断面図である。

【図2】

図1の光電変換素子の底面図である。

【図3】

本発明の他の実施形態における第2半導体層の開口部を有する光電変換素子の縦断面図である。

【図4】

本発明の実施形態における第1および第2内部電極を形成した光電変換素子の縦断面図である。

【図5】

図4の光電変換素子の底面図である。

【図6】

本発明の他の実施形態における第1および第2内部電極を形成した光電変換素子の縦断面図である。

【図7】

図6の光電変換素子の底面図である。

【図8】

本発明の実施形態における支持体の平面図である。

【図9】

図8の支持体のA-B線断面図である。

【図10】

本発明の他の実施形態における各種支持体の縦断面図である。

【図11】

本発明の実施形態における支持体の凹部内の所定位置に光電変換素子を配置した状態を示す縦断面図である。

【図12】

本発明の他の実施形態における支持体の凹部内の所定位置に光電変換素子を配置した状態を示す縦断面図である。

【図 13】

本発明の他の実施形態における支持体の凹部内の所定位置に光電変換素子を配置する工程を示す縦断面図である。

【図 14】

本発明の実施形態における光電変換素子の第2内部電極と第2導電体層が電氣的に接続された状態を示す縦断面図である。

【図 15】

本発明の実施形態における光電変換素子の第1内部電極と第1導電体層が電氣的に接続された状態を示す縦断面図である。

【図 16】

本発明の実施形態における内部電極と導電体層との電氣的接続および接続孔周縁部への球状素子底部の溶着を同時に実施する工程を示す縦断面図である。

【図 17】

従来の球状太陽電池において支持体の凹部に光電変換素子が配置された状態を示す縦断面図である。

【符号の説明】

- 1、107 第1半導体
- 2、106 第2半導体層
- 3、13 第2半導体層の開口部
- 4、14、108 第1半導体の露出部
- 5、15 第2内部電極
- 6、16 第1内部電極
- 18 支持体の凹部の内面
- 25、35、45、102 第2導電体層
- 26、36、46、104 支持体の凹部
- 27、31、37、47 接続孔の周縁部
- 28、38、48、101 電気絶縁体層
- 29、39、49 接続孔
- 30 接着剤

51、52 溶着部

40 金属チューブ

41、42、43、44 半田

45、100 第1導電体層

53 突起部

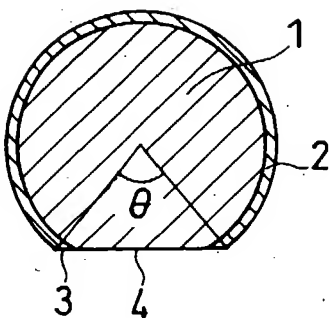
50 台座

103 三層一体の支持体

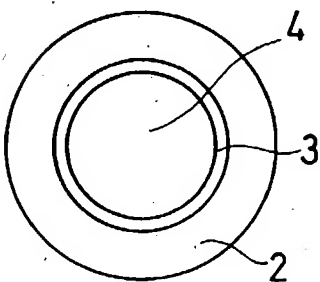
105 球状素子

【書類名】 図面

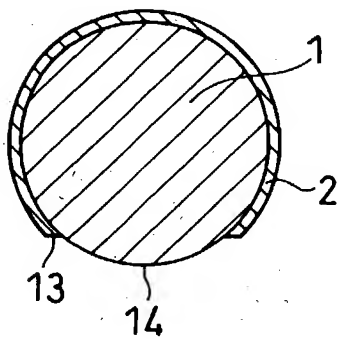
【図 1】



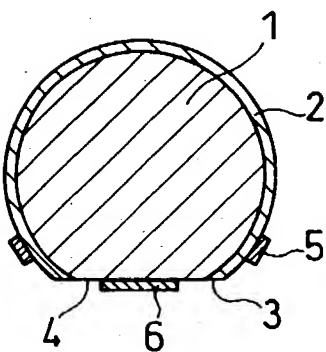
【図 2】



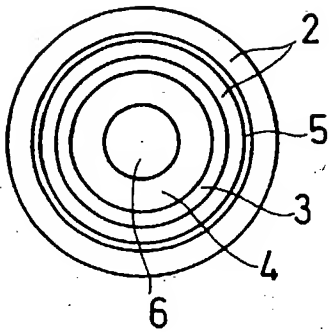
【図 3】



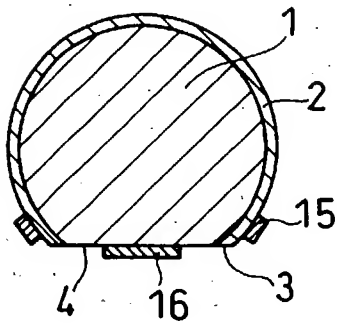
【図 4】



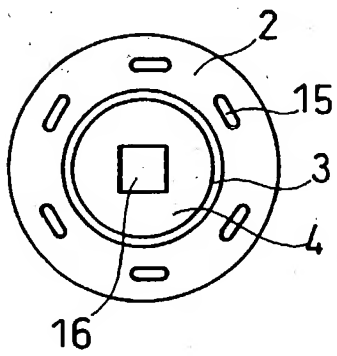
【図 5】



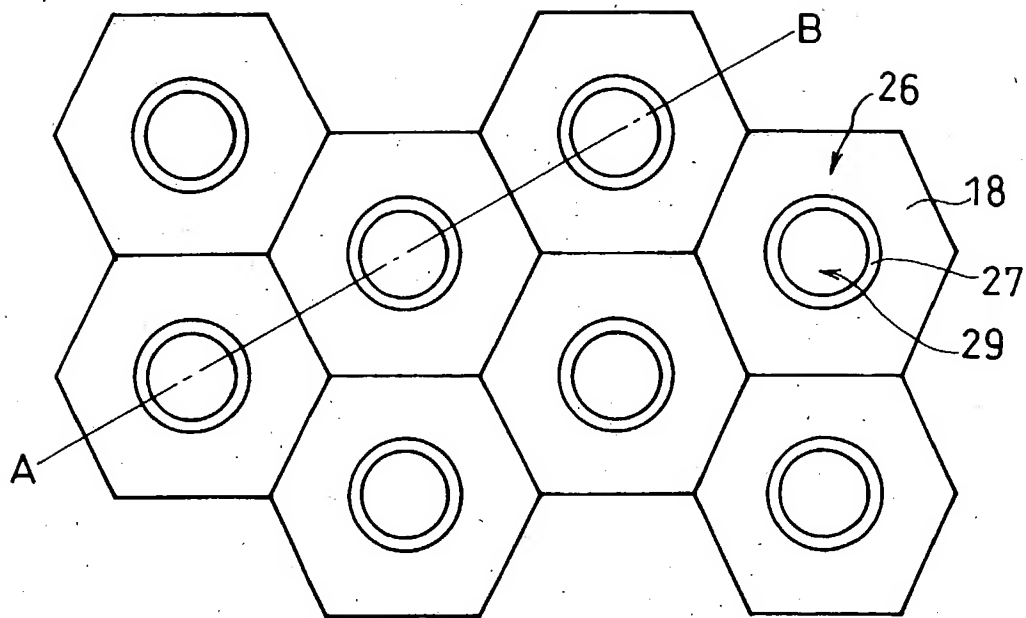
【図 6】



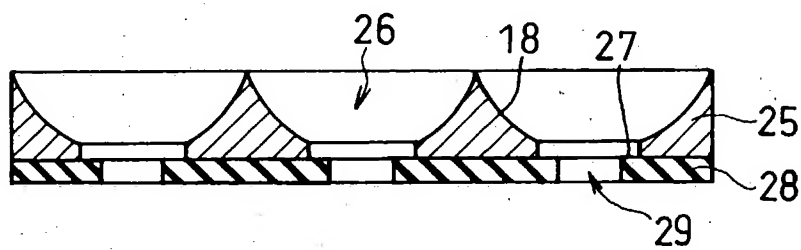
【図 7】



【図 8】

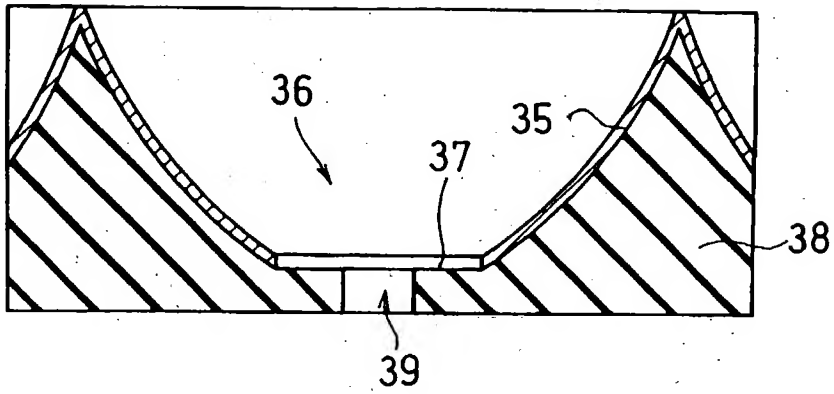


【図 9】

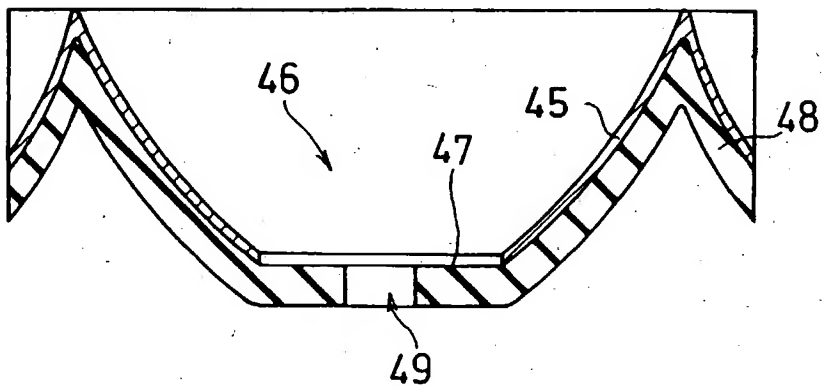


【図10】

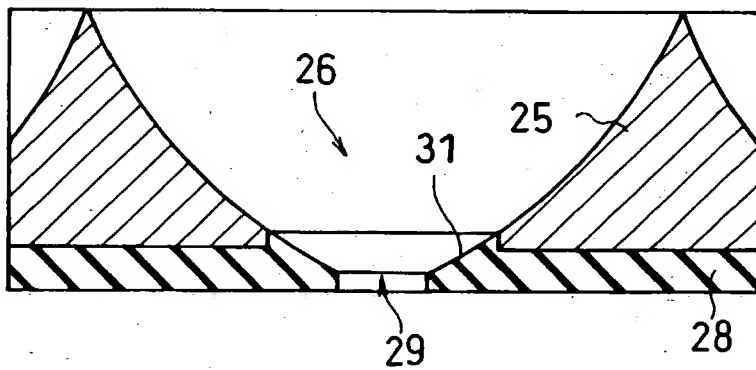
(1)



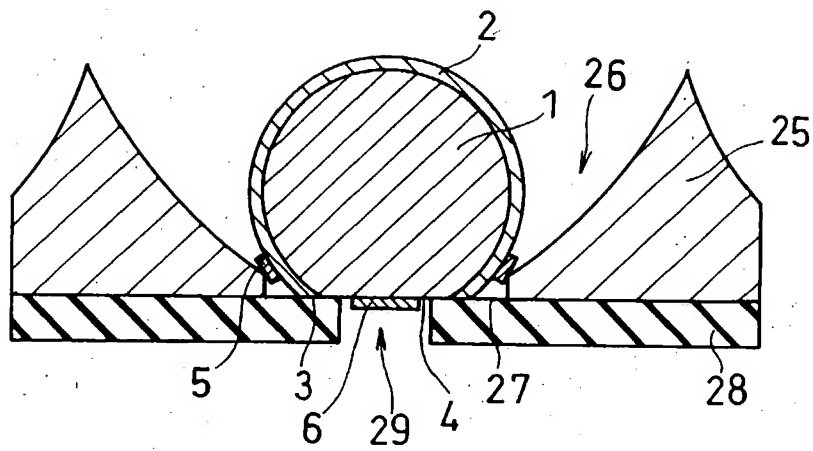
(2)



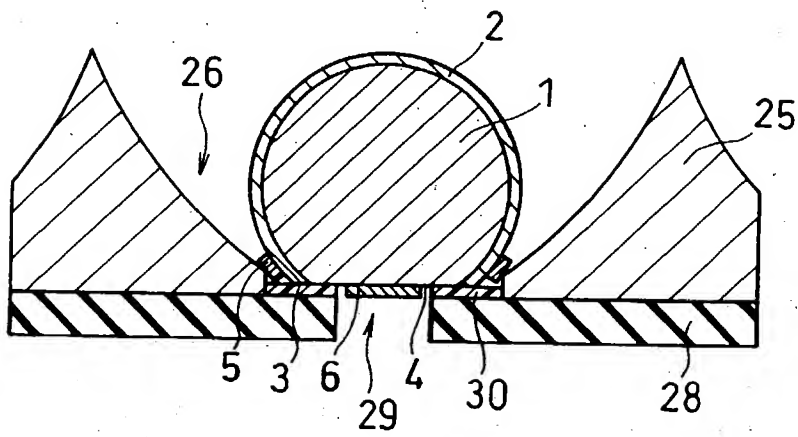
(3)



【図 1 1】

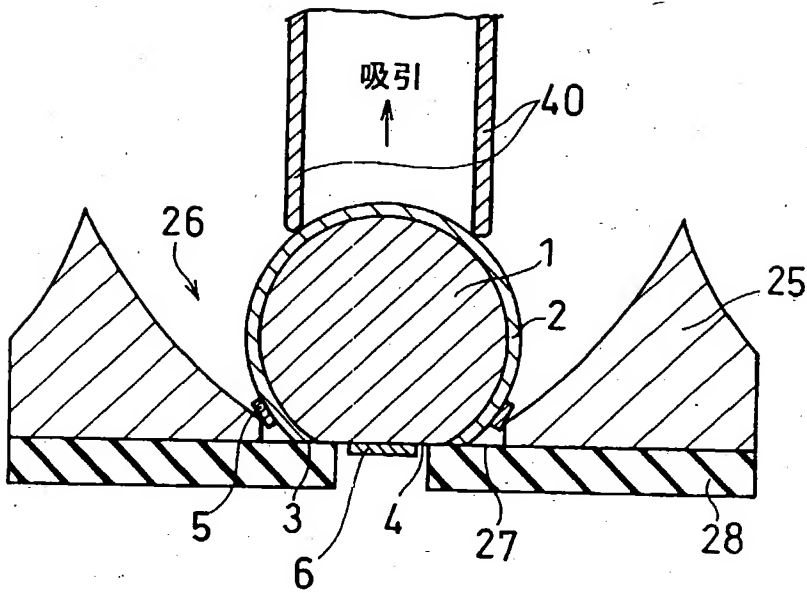


【図 1 2】

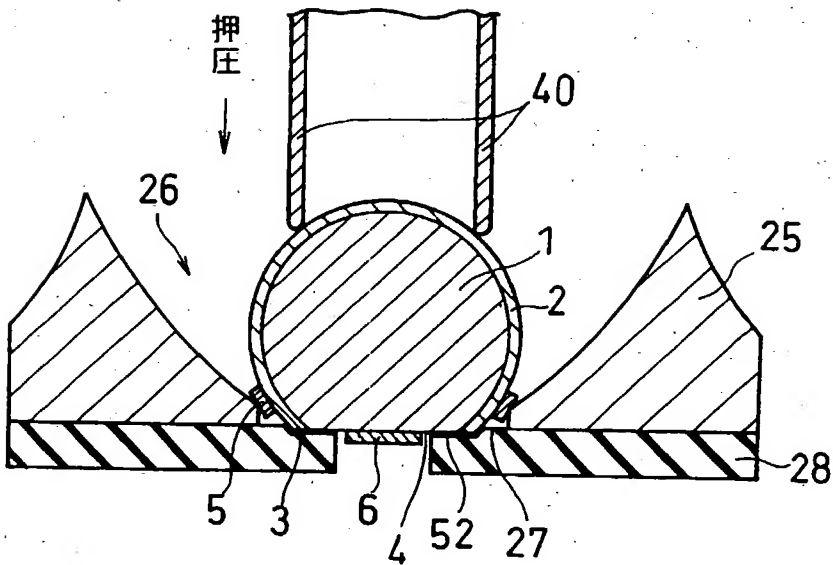


【図13】

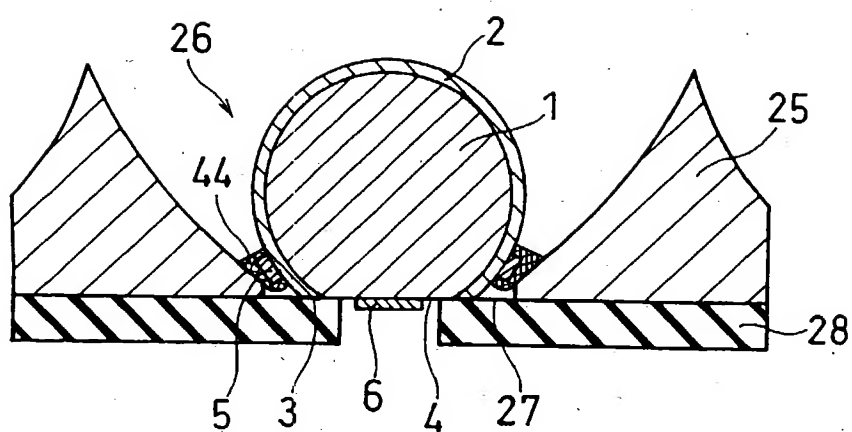
(1)



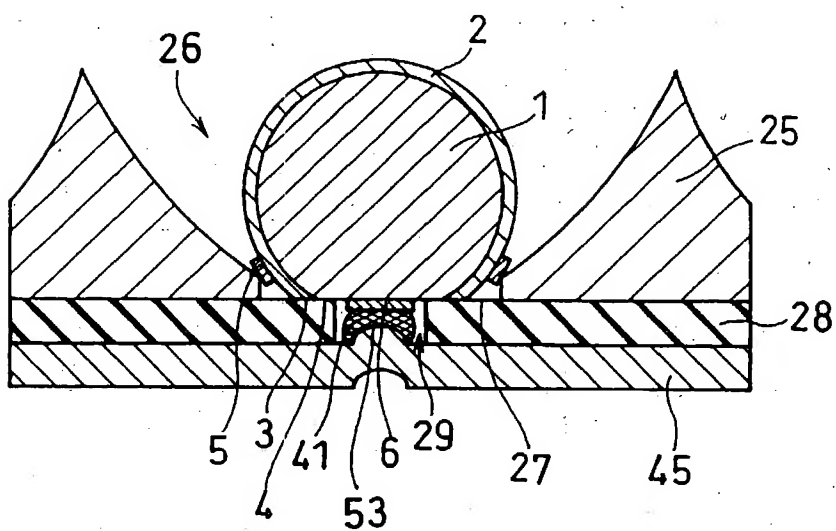
(2)



【図 14】

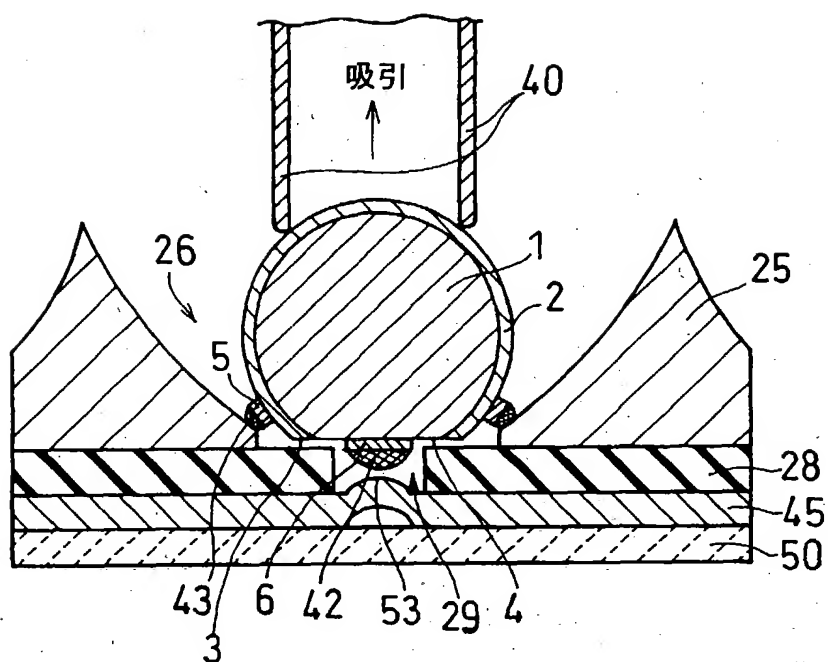


【図 15】

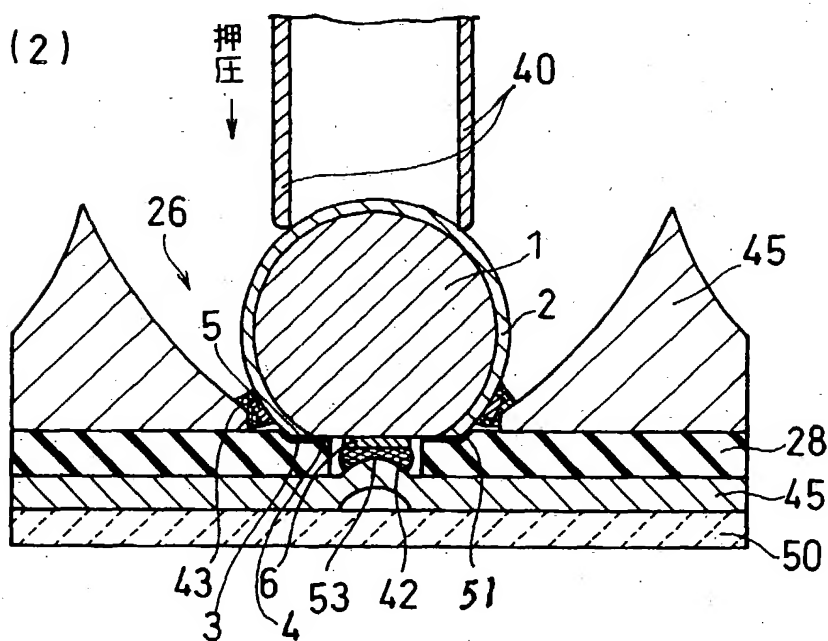


【圖 16】

(1)



(2)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 球状の光電変換素子および前記素子を配置する凹部を多数有する支持体からなる光電変換装置において、素子の電極部と支持体の導電体層との電氣的接続部を改良して、高性能かつ高品質の光電変換装置を提供する。

【解決手段】 球状第1半導体表面の第2半導体層を開口して第1半導体の一部を露出させ、第1半導体露出部および第2半導体層外周部にそれぞれ内部電極を形成する。一方、底部に接続孔を設けた複数の凹部を有し、接続孔を有する電気絶縁体層および接続孔とその周縁部を残して凹部内に形成された第2導電体層からなる支持体を用意する。次いで第2半導体層開口部と第1半導体露出部が接続孔周縁部に接するように光電変換素子を凹部内に配置し、好ましくは接合部を溶着する。次いで各内部電極に対応する導電体層に半田付けなどで接続する。

【選択図】 図16

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-216649
受付番号	50201097161
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 7月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月25日

次頁無

特願 2002-216649

出願人履歴情報

識別番号

[502139910]

1. 変更年月日

2002年 6月26日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

大阪府枚方市東香里1丁目20番10号

氏 名

株式会社クリーンベンチャー二十一